

地球温暖化による巨大地震発生メカニズムの解明とサツ マ芋メタンの大量生産による化石燃料代替市場の創出

Elucidation of the huge earthquake occurrence mechanism by global warming
and creation of fossil fuel alternative market by mass production of
sweetpotato-methane

鈴木高広 *

1. 地球温暖化と化石燃料消費量の現状

地球の年平均気温は 100 年で 0.73°C の上昇ペースで推移してきたが、2016 年をピークに 2 年続けて下降し、2018 年は史上 4 番目まで低下した (図 1) ⁽¹⁾ 太陽光発電や風力発電など自然エネルギーの導入効果が表れ始めたと期待させる。だが、温室効果ガス排出量も大気 CO_2 濃度も増え続けている (図 2)。

新エネルギー産業は、中国やインドなど新興国の経済成長を促し電力や自動車の需要を拡大した。石

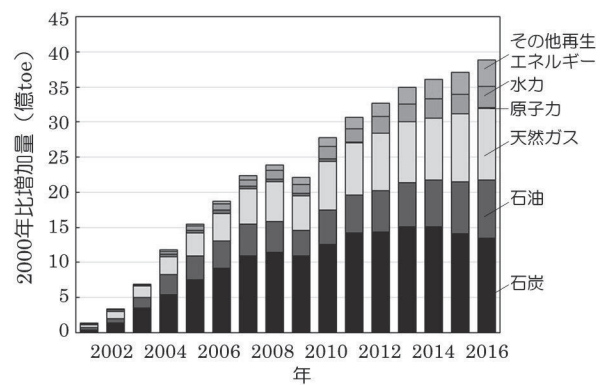


図3 世界の一次エネルギー増加量の推移

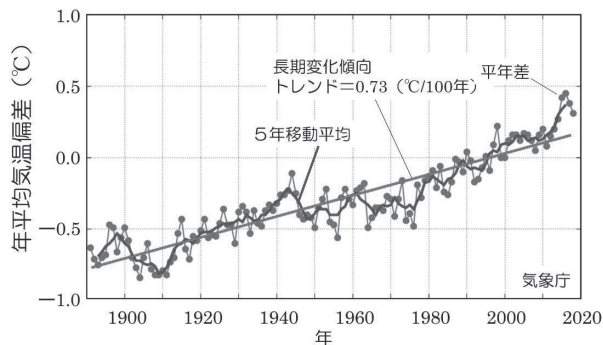


図1 全球年平均気温（陸地と海面の気温）の経年偏差

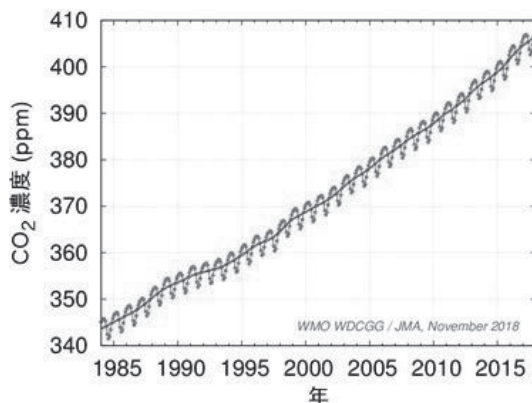


図2 地球全体の二酸化炭素濃度の推移（気象庁）

油石炭天然ガス消費量を急増させたのである。

図3は、2000年以降の世界の一次エネルギー消費量の伸びを示す⁽²⁾。リーマンショックの影響で世界経済が落ちこんだ2009年以外は化石燃料消費量が增大し続けており、新興国の経済発展が温室効果ガス排出量を増大することが分かる。

石炭消費は2016年まで3年連続で減少したが、世界の石炭需要のほぼ半分を占める中国が経済を脱炭素化し大気汚染を抑えるために石油・天然ガスへの転換を進めてきたからである。だが、石炭は依然として中国の主力燃料のままであり、2017年は再び上昇に転じた⁽³⁾。さらに石油・天然ガスの消費量が増加したため世界の化石燃料消費量は、太陽光、風力、バイオマスなど新エネルギーの増加量の3倍のペースで増大しているのが現状である。

図4は最近の全球平均気温、海洋表層水温、降水量の推移を示す⁽¹⁾。平均気温が前年よりも下降した2017年と2018年は表層水温が上昇したことが分かる。両年とも降水量が平年値（1981年～2010年

* 近畿大学生物理工学部教授

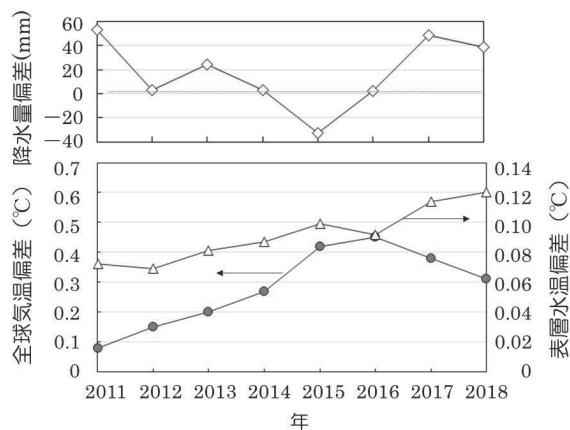


図4 全球年平均気温、海洋表層水温（海面から700m深まで平均）、降水量の経年偏差

の平均値)を大幅に上回り、国内でも西日本豪雨災害や平成30年台風21号など甚大な被害が相次いだ。海水温が上昇し水分蒸散量が増加したため降水量や雲量が増え、平均気温が低下したのである。

著者の解析では兩年の降水量が平年並だった場合、最近の北半球の平均気温は10年間で 0.7°C 、全球平均気温も 0.5°C のペースで上昇していると試算される。熱容量が大気の1000倍以上ある海水温が上昇しているため、気温が一時的に低下しても地球温暖化は進行しているのである。

2. 地球温暖化による巨大地震の多発化

国内で震度7を記録した大地震は阪神淡路大震災(1995年)、新潟中越大地震(2004年)、東日本大震災(2011年)、熊本地震(2016年2回)、北海道胆振東部地震(2018年)の6件あり、いずれも平成時代に発生し増加傾向にある。海外でもマグニチュード(M)6以上の大地震の発生数が多発化傾向にあり⁽⁴⁾、世界各地で震災が相次いでいる。

図5は、地球温暖化による地震多発化の原因の一例を示す。永久凍土や氷河が融けて海面水位が上昇した結果、海底地下のマントルへの荷重圧が増し、火山地帯に向かってマントルが流動すると考えられ



〔出所〕 気象庁の図を著者編集

図5 温暖化による海面上昇と日本列島の不安定化

ている⁽⁵⁾。この兆候は四方を海に囲まれた火山列島の日本で顕著に表れる。

図6は日本と世界の海面水位の変化⁽⁶⁾を示す。1930年以降、世界の海面水位は上昇傾向にあるが、日本近海は1940年頃からいったん上昇した後、1950年頃から低下した。その後、1985年頃までは世界の海面水位が上昇したにも関わらず日本近海は上昇せず水位差が拡大した。40年代に上昇した水位の影響で50年代からマントル流動と浮力により日本列島が隆起したため、陸地を基点とする水位が低下したと示唆される。

1986年以降は日本近海も世界と連動的に上昇している。陸地が限度まで上昇し、海面水位が再び上昇し始めたと考えられる。したがって現在の日本列島は、海面水位上昇により浮力と地下のマントル圧が年々増大しているため陸地が不安定化し、震動しやすくなっているのである。今後も温暖化が進み海面水位が上昇すると、平成時代を超える大地震や大津波の被害が多発化すると考察される。

図7は、福島県で観測された地震(M3以上、M6以上)件数⁽⁷⁾の寒候年推移(片対数グラフ)と平

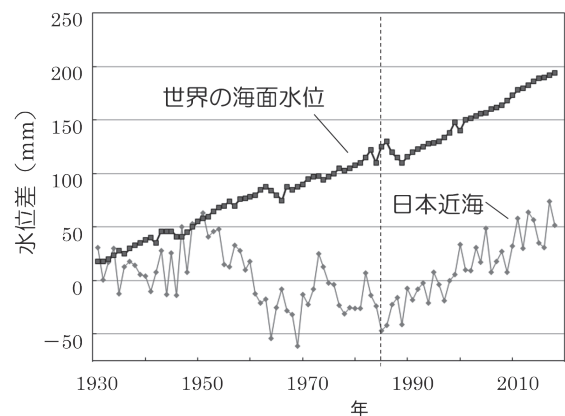


図6 世界の海面水位と日本近海の水位の経年変化

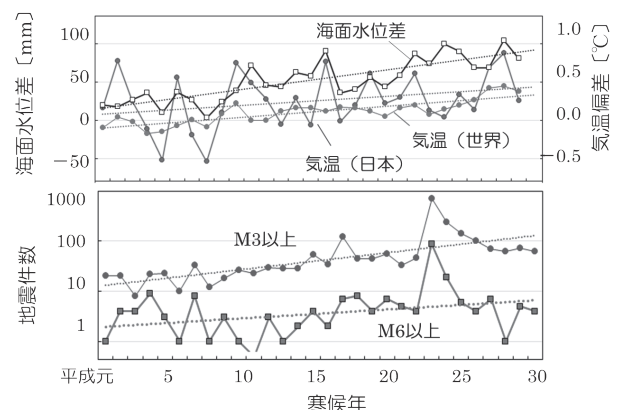


図7 海面水位偏差(日本)、気温偏差(日本、世界)と東北地方の地震件数の推移

均気温、海面水位（平成元年を 20 mm とした偏差）の経年変化を示す。平成時代の日本近海は 30 年間で 78 mm のペースで上昇し、2011 年と翌年の地震多発期を除くと M3 以上の地震件数が海面水位上昇に依存して指数関数的に増大したことが分かる。

一方、M6 以上の大地震発生数の推移は海面水位との相関性が低く、他に要因があることを示唆する。すなわち、世界有数の豪雪地帯である東北・北陸地方の積雪荷重の影響である。

図 8 は、積雪荷重の負荷と融雪により毎年繰り返される地殻の上下動（地殻ポンピング運動）に起因する巨大地震発生メカニズムを示す⁽⁸⁹⁾。

冬季の積雪荷重で日本列島の地盤が沈降すると、太平洋プレートも引きずりこまれる。一方、融雪により荷重から解放された日本列島は、浮力も作用し復元隆起する。このとき日本列島の地殻が太平洋プレートの斜面を滑らかに登坂すれば大規模な岩盤破壊を生じない。だが、断層帯にある巨大岩盤が日本列島の浮上を妨げるとプレート末端に変形歪が蓄積する。積雪量が多いほど上下の振幅が拡大し変形歪も強大化する。変形歪が岩盤強度を超えると巨大岩盤を破壊しプレート末端が一挙に跳ね返る。つまり、大規模な豪雪が巨大なプレート跳ね返り地震と大津波を起こすのである。

図 9 は、福島県で観測された地震件数と新潟県内 6 測候所（新潟、十日町、長岡、下関、能生、津南）の年最大積雪深の平均値推移を示す⁽¹⁾。平成初期に未記録箇所があり、一部の値は推定近似値を用いた。比較のために札幌市と福井市の最大積雪深も示す。新潟県の積雪深が高い年は、翌年までの間に大地震の発生数が顕著に増大したことが分かる。

2010 年は大豪雪だったが M6 以上の大地震件数が少ない。巨大岩盤が日本列島の浮上を妨げ東北沖

の地殻が大規模に変形歪を蓄積したと推定される。そして 2011 年も大豪雪となったため、振幅を拡大し勢いを増した地殻ポンピング運動が巨大岩盤を破壊した結果、大規模なプレート跳ね返りによる超巨大地震と大津波を起こしたと考察される。

2012 年は平成時代で最大の豪雪年だったが、前年の超巨大地震により東北沿岸部が大規模に沈降するほど地殻が動き変形歪が解消されていたため、2011 年ほどではなかったものの豪雪の影響で M6 以上の地震が 2 番目に多い年となったと考察される。

図 10 は、最大積雪深と地震件数の移動平均（当年と翌年）の関係を示す。最大積雪深の 6 カ所平均が 131 cm（平成 30 年間平均値）を上回った年は翌年にかけて大地震が多発化し、積雪量の規模に依存して巨大地震の件数が増大したことが分かる。

以上のように近年多発化傾向にある大地震は、海面水位の上昇により日本列島の浮動性が高まった結果、積雪荷重による地殻ポンピング運動の規模が拡大したことが主因であると結論づけられる。そこで、直近の海面水位と積雪深と地震件数に基づき地殻の

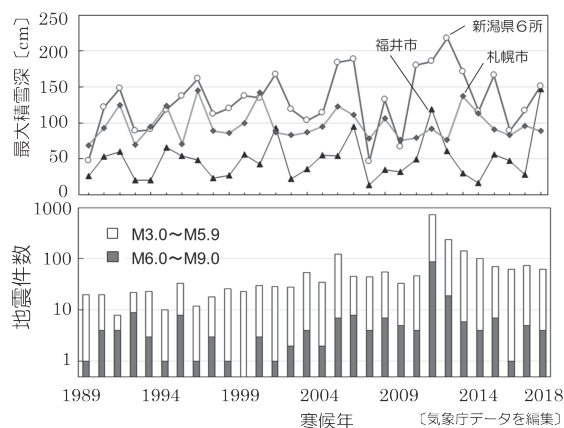


図 9 新潟県 6 測候所、札幌市、福井市の最大積雪深と福島県で観測された地震件数の推移

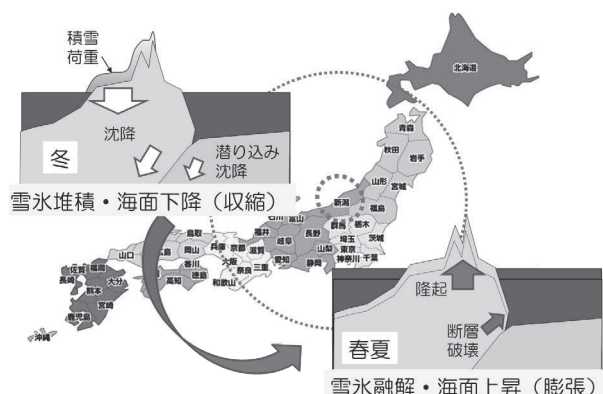


図 8 積雪荷重の増減による日本列島の地殻ポンピング運動が起こす太平洋プレートの潜り込み現象と断層破壊

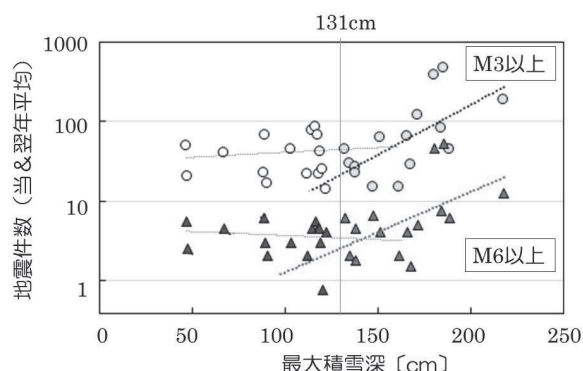


図 10 新潟県 6 測候所の最大積雪深の平均が 131cm（平成 30 年間平均）を超えると地震発生頻度が増す

ストレス度を推定し、翌年7月（寒候年末）までに発生する大地震の件数を予測する方法を検討したところ、図11に示すように発生頻度を予測できることが判明した。詳細は既報を参照されたい⁽¹⁰⁾。

図12は過去の地震の震央分布図（気象庁）と海図（海上保安庁）を示す。大地震の震源の多くが日本海溝周辺に分布していることは知られているが、北海道沖とフィリピン海プレート沿いの海溝を直線状に延伸すると新潟県北部で交錯し、そこを中心に福島沖の日本海溝が扇状に形成されたことが分かる。おそらく人類誕生以前から新潟県北部を重心とする積雪荷重による日本列島の地殻ポンピング運動が繰り返されてきた結果、日本海溝が形成されたのである。そして、太平洋プレートを引きずりこみながら毎年上下動を繰り返すプレート末端に変形歪が生じるため、日本海溝周辺で巨大地震を恒久的に起こし続けていることを地形が物語っている。また、北海道沖の方が伊豆・小笠原諸島側よりも地震が多発しており、積雪量の影響であることが示唆される。

これまで東日本大地震は数百年分の地殻変形歪が一挙に放出されたと考えられてきたが、ここで示し

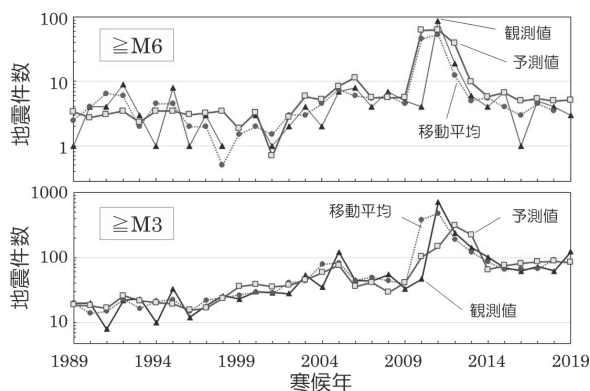


図11 福島県地震震件数と移動平均（当年&翌年）および地震震件数予測値の推移（上図：M6以上、下図：M3以上）

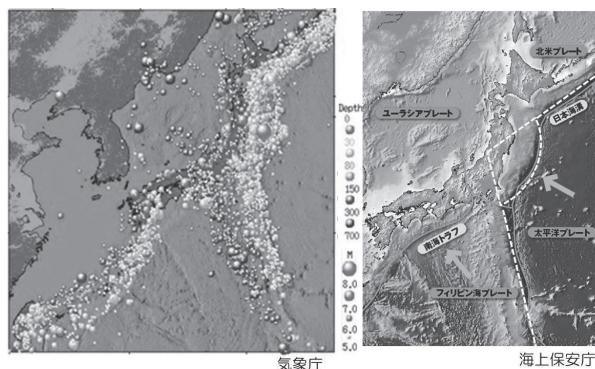


図12 1960年から2011年にかけて日本付近で発生した地震の震央分布図と海底地形図（右図の破線は著者記入）

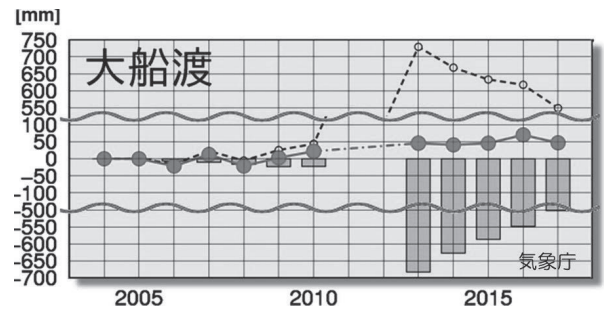


図13 大船渡における東日本大震災前後の海面水位と地盤の復元状況

たように海面水位の上昇と二年連続した重厚な積雪が地殻ポンピング運動を大規模化したことが主因だった可能性が高い。

東日本大震災で沈下した東北沿岸部の地盤は現在も復元途中であり（図13）、十余年後には以前の高さに戻り、その後は豪雪による巨大地震再発リスクが飛躍的に高まると予測される。

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉作業は、原発事故から8年を経た今も原子炉内の燃料デブリの取出し方法を模索しており先行きが見通せない。そこに超巨大地震と大津波が再び襲うリスクが地球温暖化の影響で急速に高まっている。廃炉作業の進捗状況とは無関係に自然災害は容赦なく襲い掛かる。前回は津波により原子炉が大破したが、今度は大破した原子炉を津波が襲いかねない。大規模な放射能汚染を起こさないための対策が急務である。

このように地球温暖化は巨大地震と大津波の再発リスクを高め、豪雨災害の規模を拡大し、かつてないほどの現実の脅威となりつつある。現代社会は温暖化対策が新興国の経済発展に寄与し、逆に化石燃料消費を増大し温暖化を加速するジレンマに陥っている。地球温暖化を止めるためには海外に依存しない純国産自然エネルギーで化石燃料を全量代替する方法を開拓し、全世界を先導することが必要である。これを実現する最適な方法が燃料作物である。

食料も燃料も大增産し国内農業総産出額を現在の9兆円規模⁽¹¹⁾から燃料市場を開拓することで30兆円規模に拡大することができる国産作物はサツマイモ以外に見当たらない。日本全土に降り注ぐ太陽エネルギーは年18億TJと概算され、その1%分をイモに変換すれば化石燃料を全量代替できるのである。

3. CO₂ 排出量を増大するバイオマスの現状

下水汚泥や家畜の糞尿、紙ごみ、間伐材、林地残材、建築廃棄物、食品廃棄物、農産廃棄物などバイ

表1 廃棄物系未利用バイオマス年発生量の試算

	発生量 万t/年	固形分 %	燃料換算 千t	単位熱量 GJ/t	総熱量 千TJ	未利用分 千TJ
家畜排泄物	8,800	3%	2,640	17	45	4
下水汚泥	7,800	3%	2,340	17	40	9
黒液	1400		1400	20	28	0
紙	2,700	100%	27,000	17	459	92
食品廃棄物	1,900	20%	3,800	17	65	47
製材工場残材	340	100%	3,400	20	68	3
建設発生木材	410	100%	4,100	20	82	8
農作物非食用部	1,400	20%	2,800	17	48	7
林地残材	800	50%	4,000	20	80	80
合計	25,550		51,480		914	251

オマスの未利用分の年発生量の調査報告が2010年頃環境省から公表された⁽¹²⁾。著者試算によるとその全熱量は約25万TJと概算できる(表1)。

これは化石燃料の年輸入量1,765万TJ⁽²⁾の1.4%相当量ときわめて少量であり、収集加工処理でも燃料を消費するため、実際には化石燃料削減効果はほとんど見込めないことが分かる。ところがほぼ全国民がこの量的矛盾に関する数値や情報に疎く、専門家や学者でさえ省エネ対策と温暖化対策を混同しているのが実状である。未利用廃棄物バイオマスの活用は省エネ意識の向上が本来の役割であり、ゴミで地球温暖化を抑止することは量的に不可能である。

一方、国土の66%を占める森林体積は52億m³(2017年)に達し、年増殖量は6,800万m³と報告されている⁽¹³⁾。森林資源は大量にあるように思われるが、森林の太陽エネルギー照射量に対する光合成収率は約0.06%と極めて低く、仮にすべての森林を伐採し化石燃料の代わりに国内燃料を賄うと3年で枯渇する量しかない⁽¹⁴⁾。植林しても再生には50年を要するにも関わらず、この不均衡な収支をカーボンニュートラルと称し木質バイオマス発電所が全国に普及した。その結果、木質チップの輸入量が増大し、東南アジアをはじめ世界の森林消失速度が加速し、CO₂排出量が増えているのである⁽¹⁵⁾。

単藻のバイオ油生産も注目を集めているが、巨大な設備と製造プロセスの化石燃料消費分を上回るバイオ油を生産できないため、CO₂排出量削減効果も経済性もまったく見込めないのが現状である⁽¹⁶⁾。

4. サツマイモバイオマス生産の特徴と利点

以上のように現行のバイオマス開発には多くの矛盾がある。だが本来、植物のバイオマス生産能力は極めて優れており、国内で年1,765万TJの化石燃料需要を全量代替する農作物を生産することは理論的に可能である。これを実現できる唯一の作物がサ

ツマイモ(甘藷)であり、低コスト大量生産技術の開発がCO₂排出量ゼロ社会実現の鍵を握る⁽¹⁷⁾。

4.1 サツマイモの特徴と空中多層栽培法の開発

以下の理由により甘藷に着目した。

- (1) 痩せた土地でも生産でき、全国で栽培可能。
- (2) 甘藷は光飽和点が快晴時の3割程であり⁽¹⁸⁾、日射量が少なくコメが不作の年でもイモは育つ。ソーラー発電所の栽培実験では遮光条件下でも良好に生育し最大光合成収率が5%に達した(図14, 15)⁽¹⁷⁾。したがって多層栽培法(図16, 17)により生産量をも高めることができる。



図14 ソーラー発電所の遮光条件下の栽培実験(協力：日本毛織株)

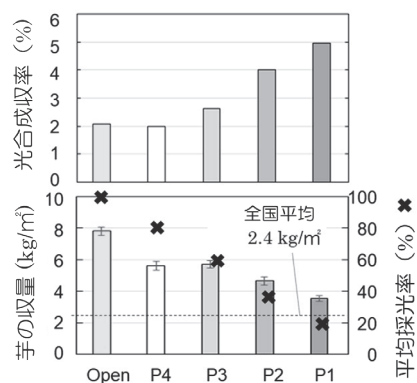


図15 遮光条件下のサツマイモの生育



図16 サツマイモの多層栽培システム(協力：紀の川スマートファーム協議会)

(3) 蔓で繁殖する甘藷は適温を維持すれば長期間連続生産できる。対照的にコメや麦やトウモロコシなど開花を経る作物は、最大光合成速度を維持する期間は夏季の一時期だけであり、年生産量を現在よりも高めることが困難である(図18, 19)^(17,19)。

(4) 根圏ストレス栽培法⁽²⁰⁾や液肥を用いた半水耕栽培法⁽²¹⁾により連続大量生産システムの開発が可能。

(5) 甘藷は澱粉含有率が高く、茎葉もメタン発酵原料として利用できるためバイオガス発電・給湯コージェネレーション方式によりエネルギー利用効率を高められる。対照的に高丈作物はセルロースやリグニンなど難分解性高分子の含有率が高く、メタン発酵効率が低い。

(6) 農作物を燃料利用すると食料不足になり自給率

が低下すると考えられているが、実際には燃料作物の格安大量生産技術は日本の食料自給率を高める。

日本人の年間総消費カロリー量は約110兆kcalであり⁽²²⁾、甘藷を年20kg/m²(単作全国平均の8倍)生産する場合、110兆kcalのイモ生産に必要な栽培面積は国土の1.1%(42万ha)を占める耕作放棄地の広さ⁽²³⁾で足りる。また、110兆kcalを単位変換すると46万TJであり、年1,765万TJの一次エネルギー需要の2.6%相当量に過ぎない。

日本の食料自給率が低いのは国土が狭いからではなく、海外との価格競争力が乏しいからである。

4.2 根圏ストレスポット栽培法

通常の甘藷の畝農法は1m²あたり3本の苗を植え2~3kg/m²の収穫量を見込むが、茎葉が過剰に生長し塊根の肥大化が抑制される蔓ボケ症状が起こり易いため、生産性を高めることが困難である。そこで、根圏の伸展をポットで制限するストレス栽培法を用いることで、1m²あたり8~15本の苗を密集栽培し生産性を高められることが分かった(図20)⁽²⁴⁾。

4.3 半水耕栽培法による量産試験

図21に示す底面灌水システムを用いて液肥を供給しながら甘藷の半水耕栽培を行ったところ小さなポットでも塊根の肥大化が良好に進むことが分かり、1株あたりの土壌体積を20L(土嚢袋)から3.0L(ポット)に縮小しても収穫量を2倍に高められることが明らかとなった(図22)⁽²¹⁾。



図17 サツマイモのソーラーシェアリングシステム
(協力：福島県川俣町)

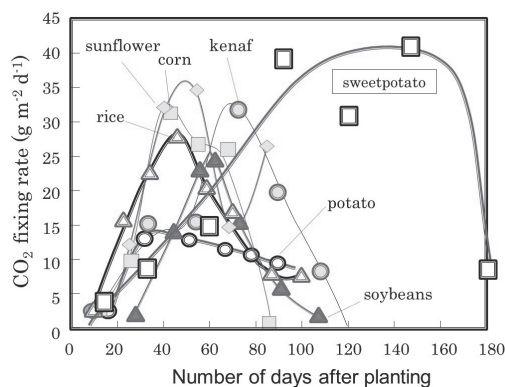


図18 各種農作物の光合成速度の比較

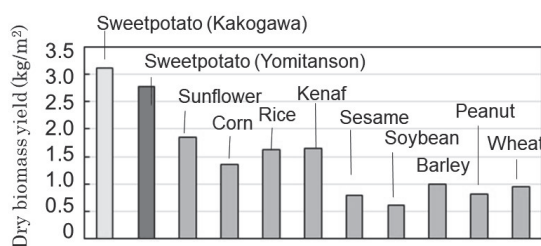


図19 単位面積あたりのバイオマス生産量の比較



図20 ポットを用いた根圏ストレス栽培法
(協力：㈱森岡産業、読谷村)



図21 サツマイモの底面灌水式半水耕栽培システム

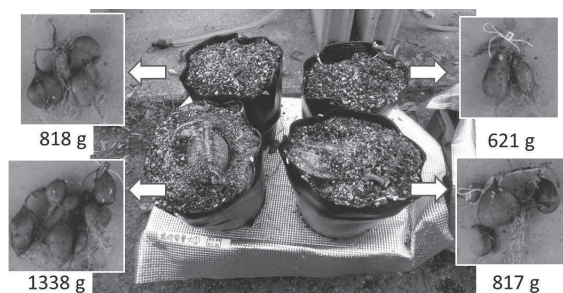


図 22 半水耕栽培システムで生育したサツマイモ

5. イモメタンガス発電の課題

ドイツは家畜糞尿と共にデントコーンやソルガムなど飼料用作物を発酵原料として転用したバイオガス発電・給湯施設(平均 490 kW)が約 9,500 カ所(2018 年)普及し全電力の 6%を賄っている(図 23)⁽²⁵⁾。対照的に日本は畜産糞尿、下水汚泥、食品工場の廃棄物を用いたバイオガス発電の導入が増えているが、全電力の 0.1%しか寄与していない(図 24)⁽²⁶⁾。背景には燃料作物農業を推進したドイツと、廃棄物バイオマスに限定した日本の違いがある(図 25)⁽²⁷⁾。

日本の固定価格買取制度では、バイオガス発電は

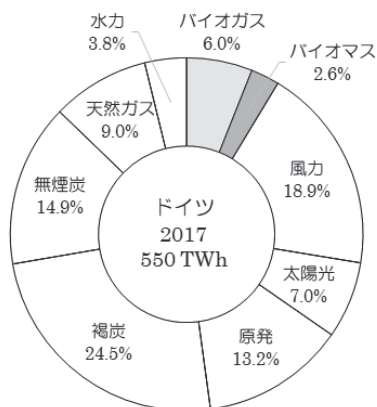


図 23 ドイツの発電構成 (2017 年)

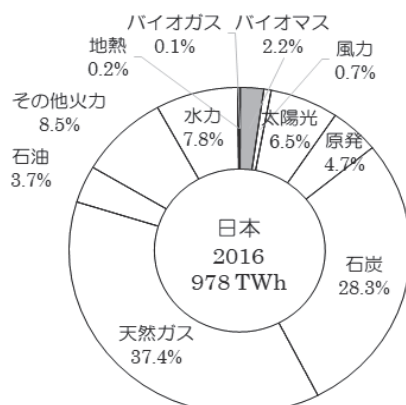


図 24 日本の発電構成 (2016 年)

廃棄物や汚泥利用を対象としており農作物の燃料用途を認めていない。国内農業は高価な農作物を少量生産することで農家経営を維持する政策や生産調整を推進してきた結果、農作物の平均熱量単価(=生産額÷生産物熱量)が 5.3 円/MJ(著者試算)と超高価となり、安価な作物の大量生産による農業経営がほぼ不可能となったのである。

対照的にドイツは、価格競争の激しい欧州市場で安価な飼料作物を大量生産してきたため、農作物の平均熱量単価が 0.63 円/MJ(著者試算)と安価である⁽²⁸⁾。これは日本の化石燃料の輸入単価の目安である 1 円/MJ(輸入総熱量÷輸入額)を下回る水準である(図 26)。故に、安価な農作物を原料に用いるバイオガス発電事業が成功したのである。

農家にとっては、価格が不安定な飼料市場よりも需要が大きく価格も安定な燃料作物の方が経営が安定する。その結果、地域の農家が共同経営するバイオガス発電・給湯事業が急速に普及したのである⁽²⁹⁾。

日本は、農家 1 軒あたりの耕作面積が狭いためドイツ方式を導入することは困難である。そこで、発電規模が 5 kW ~ 20 kW の小規模事業を想定したバイオガス発電・給湯事業の収益性を高めるために、低コストのサツマイモ量産技術と格安のメタン発酵・発電設備の開発を進めており、ドラム缶やペール缶を用いた簡易メタン発酵装置の試作と性能評価(図 27)に取り組んでいる⁽³⁰⁾。

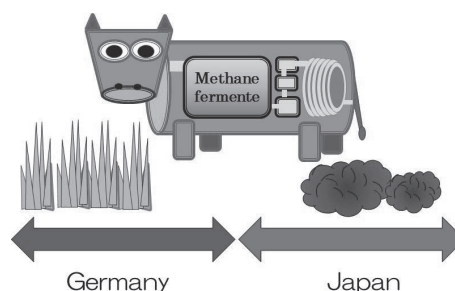
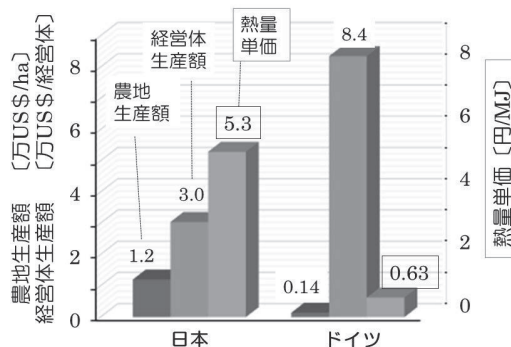


図 25 日本とドイツのバイオガス発酵原料の特徴



【出所】農林水産統計、ドイツの農林水産業概況に基づき著者解析

図 26 日本とドイツの農業生産額の比較



ドラム缶型発酵槽
協力：双海中山商工会



ペール缶型発酵槽
協力：こなんイモ・夢づくり協議会

図 27 安価なメタン発酵装置の試作例

おわりに

プレートテクトニクス理論は太平洋プレートが能動的に日本の地下に潜り込むと説くが、推進力は未解明である。著者の地殻ポンピング理論は、太平洋プレートが引きずりこまれる力学的根拠と共に地震発生メカニズムも明解であり、地震予知にも役立つことを紹介した。将来的には各地の GPS データや気象データなど膨大なデータと地震の関係を人工知能に学習させれば、著者の予測モデルよりも格段に正確な地震予知が行えると確信する。

ところで、JAXA が中心となり月面基地の植物工場で食料生産するために、甘藷の空中栽培技術が研究されている⁽³¹⁾。限られた空間でもっとも大量生産できる食料もバイオ燃料もサツマイモであることに異論の余地はない。だが、化石燃料を全量代替するイモを大量生産するバイオ燃料ビジネスを地上で普及することが、地球温暖化により規模と頻度を増す激甚災害を未然に防ぐために、令和時代の日本人が取り組むべき最重要課題であると思う。

参考文献

- 1) 過去の気象データ, 気象庁ホームページ (HP)
- 2) エネルギー白書 2018, 資源エネルギー庁 HP
- 3) 世界の石炭消費量, グローバルノート HP
- 4) Ren. Sust. Ener. Rev., 43, 239-243, 2015
- 5) 氷河性地殻均衡, 気象庁 HP
- 6) IPCC 第 5 次評価報告書, 2013
- 7) 震度データベース, 気象庁 HP
- 8) 鈴木高広, 化学装置, 60 (10), 71-77, 2018
- 9) 鈴木高広, 坂本勝, 第 30 回日本太陽エネルギー

学会講演要旨集, 251-254, 2018

- 10) 鈴木高広, 化学装置, 61 (5), 61-65, 2019
- 11) 農林水産基本データ集, 農林水産省 HP
- 12) 廃棄物系バイオマス活用ロードマップ, 環境省 HP
- 13) 森林資源の現況 (平成 29 年), 林野庁 HP
- 14) 鈴木高広, 化学装置, 58 (9), 59-64, 2016
- 15) 鈴木高広, 化学装置, 58 (10), 101-106, 2016
- 16) 鈴木高広, 化学装置, 57 (2), 82-86, 2015
- 17) 鈴木高広, 坂本勝, 第 30 回日本太陽エネルギー学会講演要旨集, 305-308, 2018
- 18) サツマイモ辞典, イモ類振興会, 2010
- 19) 齊藤邦行, 他, 日本作物学会第 223 回講演要旨, 2007
- 20) 鈴木高広, 化学装置, 60 (1), 61-65, 2018
- 21) M. Sakamoto, T. Suzuki, Sust. Agri. Res., 7 (1), 137-145, 2018
- 22) 食料自給率とは, 農林水産省 HP
- 23) 農地・耕作放棄地の推移, 国土交通省 HP
- 24) 鈴木高広, 化学装置, 60 (2), 63-67, 2018
- 25) M. Wiesheu, ドイツにおけるバイオガス発電, ドイツバイオガス協会, 2019
- 26) 環境エネルギー政策研究所データ集, 2019
- 27) 鈴木高広, 化学装置, 58 (6), 70-74, 2016
- 28) 鈴木高広, 化学装置, 59 (6), 75-79, 2017
- 29) ドイツ農業とエネルギー転換, 村田武, 2013
- 30) 鈴木高広, 化学装置, 58 (8), 68-72, 2016
- 31) 月面農場, 日本生物環境工学会東京大会講演要旨集, 249-259, 2018

著者略歴



鈴木高広 (すずきたかひろ)

1988 年名古屋大学農学博士, 日本学術振興会特別研究員 DC2, マサチューセッツ工科大学, 通産省工業技術院, 英国王立医科大学, 東京理科大学, 企業 3 社を経て 2004 年日本ロレアル(株)入社。ファンデーション化粧品の研究中に、大気にオゾン層がない時代に原始藍藻が海面で光合成を行うために蓄えた UV 遮蔽油が原油の主成分だと突然気づき、光合成で燃料を生産するため、2010 年近畿大学生物理工学部教授(現職)に着任。イモエネルギー研究を始めると、東日本大震災と福島原発事故が勃発。イモエネルギー研究開発が使命となる。